ELABORAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE UM MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA PERCEPÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS EM NATAL/RN

Frederico Fonseca Galvão de OLIVEIRA[1]

RESUMO

A proposta desta pesquisa é discutir a importante contribuição que os mapas de uso e ocupação do solo podem ter na percepção dos impactos ambientais em espaços construídos. Esta pesquisa adotou como área de estudo o município de Natal, capital do estado do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil.

Atualmente, as unidades urbanas brasileiras sofrem – principalmente pela expansão urbana desordenada – um grande impacto e uma grande pressão na sua porção natural, pois diversos influenciadores econômicos e sociais atuam diretamente na dinâmica de sua paisagem, trazendo com isso sérios entraves à qualidade de vida de sua população. Em Natal a expansão urbana interfere nos processos da dinâmica e do equilíbrio da paisagem natural, pois surge como um ator de diversas atividades potencialmente degradadoras. A aglomeração urbana natalense acabou expandindo-se por fronteiras de difícil acesso como leitos de rios, lagoas naturais, dunas com alta declividade, manguezais, etc, (re)condicionando um espaço natural até então intacto. Com isso, a cidade de Natal acaba se inserindo em um contexto degradatório semelhante aos grandes centros urbanos brasileiros, caracterizando-se por possuir diversas áreas de risco ambiental, gerando vários obstáculos de caráter sócio-ambiental à sua população.

É neste contexto que o instrumento de elaboração e utilização de um mapa de uso e ocupação do solo se insere. Pode-se definir o uso e ocupação do solo como sendo um sistema de classificação regido por uma percepção manual ou automatizada do território, que está sob influências culturais (política, econômica, financeira, social e ambiental) de diferentes usos da terra, determinando assim, diferentes formas de ocupações do espaço geográfico. A análise espacial de um território urbano pode trazer grandes benefícios para diversos setores da sociedade, como gestores públicos municipais, estaduais e federais, pesquisadores/academia, para o setor empresarial e seus negócios, militares, assim como para a defesa civil, por exemplo. Estas análises podem ser realizadas através de técnicas de sensoriamento remoto orbital ou aéreo, como foi o caso desta pesquisa.

Para a elaboração do mapa de uso e ocupação do solo de Natal foi feita a aquisição de uma imagem do satélite Aster datada de janeiro de 2001 com resolução espacial de 15 metros nas bandas utilizadas. Foi utilizada a composição de bandas 2R 3G 1B, onde foi feito um processamento digital da imagem no *software* ENVI 3.2, que permitiu também realizar o georeferenciamento da imagem e sua posterior classificação. Na classificação utilizou-se o método supervisionado com a coleta de amostras, onde optou-se pela definição de 8 classes de uso: a) águas costeiras; b) águas interiores; c) mangue alagado; d) vegetação de mangue; e) vegetação de duna; f) dunas; g) malha viária; e h) urbano. A definição das classes foi feita após diversos testes com coletas de amostras, levando em consideração a alta complexidade espectral de um alvo urbano. A classificação supervisionada foi feita a partir do método da máxima verossimilhança (maxver).

Verificou-se que, na cena estudada, englobando o município de Natal, existe uma predominância de áreas urbanizadas com manchas bastante desenvolvidas de ocupação

[1] Universidade Estadual de Goiás - UEG, Professor Assistente, fred1@superig.com.br.

antrópica, conflitando com as vegetações de dunas que ficam “ilhadas” no meio destas. Esta ocupação mostra a grande influência dos processos de ocupação urbana, relacionados aos impactos ambientais aos quais o município está submetido dos quais se dá ênfase neste levantamento aos de devastação de dunas; processos erosivos; assoreamento dos rios e lagoas naturais; contaminação das águas subterrâneas; poluição e contaminação das águas e sedimentos das águas superficiais; enchentes e alagamentos urbanos; contaminação e devastação de manguezais; produção e destino final do lixo urbano; ocupação e operação irregular de cemitérios e; poluição visual, sonora e atmosférica.

INTRODUÇÃO

A cidade de Natal situa-se na região nordeste do Brasil ocupando a porção central do litoral oriental do estado do Rio Grande do Norte, onde, de acordo com medições realizadas nesta pesquisa, possui uma área territorial de 171,10km²; um perímetro de 74,83km de extensão e altitude média de 47,68 metros, ficando compreendida entre o quadro de coordenadas geográficas máximas de 05º 41` 42``e 05º 54` 43`` de latitude sul, e 35º 08` 39,4`` e 35º 17` 51,9`` de longitude oeste. Em coordenadas UTM (*Universal Transverser Mercator*), fica entre as coordenadas 9370000 e 9346000mN e 262600 e 245600mE. Limita-se ao norte com o município de Extremoz, ao sul com Parnamirim, a leste com o Oceano Atlântico e a oeste com os municípios de São Gonçalo do Amarante, Macaíba e Parnamirim, conforme pode-se observar na figura 1.

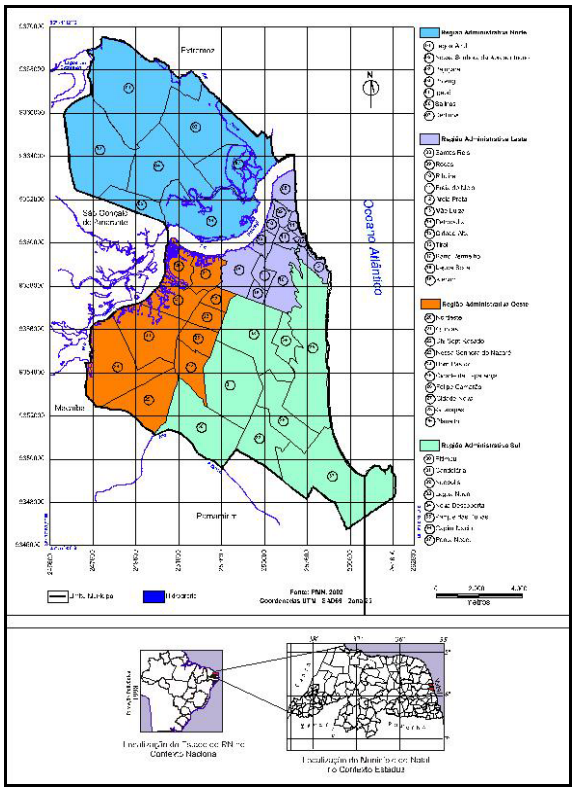


Figura 1. Localização da área em estudo (Natal/RN).

O município de Natal possui 36 bairros distribuídos por quatro regiões administrativas: Região Administrativa Norte, abrangendo os bairros de Lagoa Azul, Nossa Senhora da Apresentação, Pajuçara, Potengi, Igapó, Salinas e Redinha; Região Administrativa Sul, abrangendo os bairros de Pitimbu, Candelária, Neópolis, Lagoa Nova, Nova Descoberta, Capim Macio e Ponta Negra; Região Administrativa Leste com os bairros de Santos Reis, Rocas, Ribeira, Praia do Meio, Areia Preta, Mãe Luíza, Petrópolis, Cidade Alta, Tirol, Barro Vermelho, Lagoa Seca e Alecrim e, por fim, Região Administrativa Oeste, com os bairros

Nordeste, Quintas, Dix-Sept Rosado, Nossa Senhora do Nazaré, Bom Pastor, Cidade da Esperança, Felipe Camarão, Cidade Nova, Guarapes e Planalto.

MÉTODOS e TÉCNICAS

- Referencial Teórico-Metodológico.

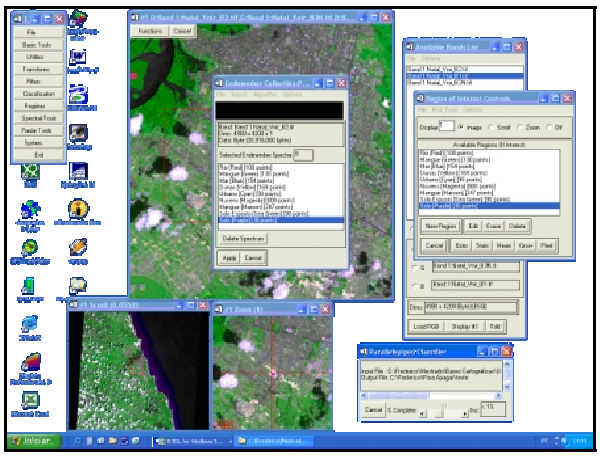
Os fundamentos teórico-metodológicos do trabalho serão definidos com embasamento na teoria geral dos sistemas, com base no método sistêmico não-isolado aberto, pois em qualquer espaço urbano, independente de sua constituição geoambiental, existem constantes trocas de energia e de matéria. Assim, ter-se-á uma visão holística da realidade, fortalecida pela ferramenta do geoprocessamento com a aplicação do Mapa de uso e Ocupação do Solo que vem se mostrando, em diversos trabalhos semelhantes, como mais um instrumento para a elaboração de diagnósticos ambientais baseados em uma gestão ambiental do território.

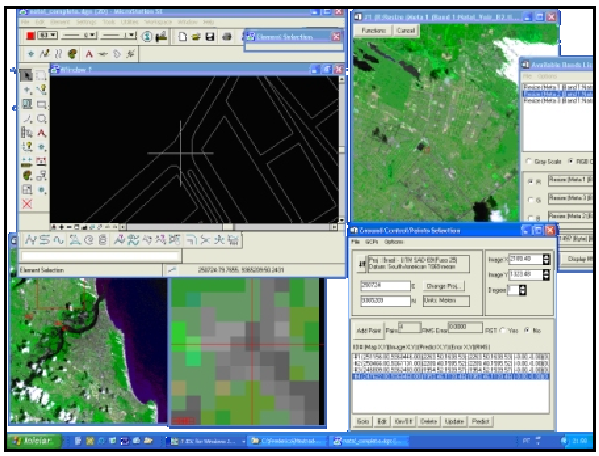
- Técnicas e Procedimentos Metodológicos

Para a elaboração do mapa de uso e ocupação do solo de Natal foi feita a aquisição de uma imagem do satélite Aster datada de janeiro de 2001 com resolução espacial de 15 metros nas bandas utilizadas. A escolha da cena deveu-se pelo fato de a mesma ser relativamente atual e com resolução espacial aceitável nas bandas do visível. Foi utilizada a composição de bandas 2R 3G 1B, onde foi feito um processamento digital da imagem no *software* ENVI 3.2, que permitiu também realizar o georeferenciamento da imagem e sua posterior classificação. A área total da cena corresponde a 451,1km². O município de Natal está inserido nesta cena (com 171,1km²), conforme pode-se observar na figura 5. Portanto, todo o levantamento estatístico realizado no mapa de uso e ocupação do solo levou em consideração a área total da cena e não, somente o município de Natal.

Na classificação utilizou-se o método supervisionado com a coleta de amostras, onde optou-se pela definição de 8 classes de uso: a) águas costeiras; b) águas interiores; c) mangue alagado; d) vegetação de mangue; e) vegetação de duna; f) dunas; g) malha viária; e h) urbano. A definição das classes foi feita após diversos testes com coletas de amostras, levando em consideração a alta complexidade espectral de um alvo urbano.

A classificação supervisionada foi feita a partir do método da máxima verossimilhança (maxver) que se baseia no "princípio de que a classificação errada de um pixel particular não tem mais significado do que a classificação errada de qualquer outro pixel na imagem". (RICHARDS, 1993). Crosta (1993), considera que o método maxver deve ser aplicado quando o analista conhece bem a imagem a ser classificada, para que possa definir classes que sejam representativas, característica essa, presente na pesquisa. Este método "minimiza a probabilidade de erro, ou seja, a probabilidade de que um padrão seja associado a uma classe que ele realmente não pertença". (BARBOSA, 1984).





Figuras 2 e 3. Técnicas e procedimentos metodológicos realizados na pesquisa. Na figura 2 observa-se a coleta de amostras para definição das classes de uso no software Envi. Na figura 3 pode-se observar o processo de georeferenciamento (Envi) da imagem Aster 2R3G1B utilizando pontos de amostragem de uma imagem vetorial de Natal.

IMPACTOS AMBIENTAIS

O entendimento do meio ambiente da cidade de Natal perpassa por um levantamento acerca dos problemas/impactos ambientais urbanos. Para isso, foram tomados para revisão, diversos temas relacionados à temática proposta.

Inicialmente deve-se levantar aqui, mesmo sucintamente, uma discussão sobre os problemas ambientais urbanos, problemas estes, relacionados a impactos ambientais que têm por definição ser

> ...qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I – a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II – as atividades sociais e econômicas; III – a biota; IV – as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V – a qualidade dos recursos ambientais. (CONAMA, 1986 - RESOLUÇÃO 001, ART 6º).

Neste caso dá-se uma ênfase ao impacto como efeito de ações antropogênicas. Contudo, devem-se considerar os efeitos danosos gerados por agentes naturais como os furacões, terremotos, secas, inundações e movimentos de massa em áreas até então intactas. Devem-se aceitar noções que os impactos naturais são muitas vezes acelerados e aumentados pela intervenção humana, contudo sem ser, muitas vezes, seu principal fator causador.

Uma definição que se assemelha ao exposto acima é de Menin (2000), discorrendo como sendo

> ...toda ação ou atividade natural ou antrópica, que produz alterações bruscas em todo o meio ambiente ou apenas em alguns de seus componentes. É uma espécie de trauma ecológico devido à ocorrência de um choque causado por algum ato humano ou fenômeno natural cujos efeitos são nocivos ao equilíbrio do meio ambiente.

ACIESP *apud* Tommasi (1994), define impacto ambiental como “toda ação ou atividade, natural ou antrópica, que produz alterações bruscas em todo meio ambiente ou apenas em alguns de seus componentes”. De acordo com o tipo de alteração, pode ser ecológico, social ou econômico.

Ainda segundo o *Federal Environmental Assessment Review Office* (FEARO *apud* TOMMASI, 1994), os impactos ambientais são processos que perturbam, descaracterizam, destroem características, condições ou processos no ambiente natural, ou que causam modificações nos usos instalados, tradicionais, históricos, do solo e nos modos de vida ou na saúde de segmentos da população; ou que modifiquem de forma significativa, opções ambientais.

Agra Filho (1993) mostra que a definição de impacto ambiental é comumente aplicada para expressar os efeitos ambientais ocasionados por uma ação ou atividade. Porém, segundo o autor, nessas avaliações deve ser enfatizada a noção de valoração que o termo expressa. Assim, a literatura especializada utiliza o conceito de impacto ambiental para referir-se às alterações significativas no meio ambiente em termos de juízo de valor, da magnitude e importância dos efeitos ambientais. Acaba considerando impacto ambiental como “as

alterações significativas, benéficas ou adversas, produzidas no ambiente natural e sócio-econômico, resultantes das atividades humanas".

Troppmair *apud* Mirra (1998), entende por impactos ambientais "as alterações drásticas nas estruturas e fluxos no sistema Meio Ambiente, ocorridas em espaços de tempo reduzidos". Este sistema engloba os meios abiótico, biótico, noótico, social e econômico.

A degradação significativa do meio ambiente, o que se pode considerar como impacto ambiental, é definida por Mirra (*op cit.*), como sendo a

> ...alteração drástica e nociva da qualidade ambiental, resultante de atividades humanas que afetam a saúde, a segurança e o bem estar da população, as atividades sociais econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais.

A Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (1992) considera impacto ambiental "qualquer alteração significativa no meio ambiente – em um ou mais de seus componentes – provocada por uma ação humana". A mesma obra expõe alguns termos compilados de outras referências que abordam a conceituação de impacto ambiental, dos quais Canter (1977) diz ser a alteração no sistema ambiental físico, químico, biológico, cultural e sócio-econômico que possa ser atribuída a atividades humanas relativas às alternativas em estudo para satisfazer as necessidades de um projeto; Dieffy (1975) descreve que o impacto ambiental pode ser visto como parte de uma relação causa-efeito. Do ponto de vista analítico, pode ser considerado como a diferença entre as condições ambientais que existiriam com a implantação de um projeto proposto e as condições ambientais que existiriam sem essa ação; por fim, Horberry (1984) fala que um impacto ambiental é a estimativa ou o julgamento do significado e do valor do efeito ambiental para os receptores natural, sócio-econômico e humano.

(Macedo, c2002), considera impacto ambiental

> ...todos os efeitos sensíveis provenientes das alterações de ordem física, química, biológica, social, econômica e cultural do ambiente, adversos e benéficos causados por qualquer processo de transformação ambiental, antrópico ou não, que, diretamente ou indiretamente, afetem: I – a saúde e o bem-estar presente e futuro do indivíduo e das comunidades de que participa; II – as atividades sociais, econômicas e culturais ocorrentes e previstas; III – a qualidade presente e futura dos recursos e fatores ambientais; IV – a estabilidade presente e futura dos ecossistemas, constituídos ou em transição; V – as possibilidades de reabilitação e recursos e fatores ambientais.

O autor enuncia outra definição acerca dos impactos ambientais considerando "os efeitos de qualquer transformação do comportamento e/ou da funcionalidade pré-ocorrentes de pelo menos um fator ambiental, em decorrência de processos antrópicos ou não".

Após as definições de impacto ambiental colocadas aqui, pode-se citar outros conceitos relacionados aos efeitos adversos na natureza, principalmente os dispostos em Brasil (1981), na Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, em seu Art. 3º, Inciso II, onde considera degradação da qualidade ambiental, "a alteração adversa das características do meio ambiente"; e em seu Inciso III, entende a poluição como sendo

> ...a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; criem condições adversas a atividades sociais e econômicas; afetem desfavoravelmente a biota; afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente e lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

Estas definições se coadunam com conceitos relacionados aos impactos ambientais, visto que, todas trazem respostas negativas à sociedade mediante uma ação estressante à paisagem natural, ocasionando sucessivamente impactos ao sistema ambiental. Quer dizer, houve uma influência direta, antrópica ou não, desregulando, alterando e desequilibrando a energia e a matéria do ambiente até então equilibrado.

Guerra; Cunha (2001) discorrem sobre questões teóricas, conceituais e aplicadas de impactos ambientais urbanos, baseados em estudos de caso de cidades brasileiras de pequeno, médio e grande portes. Inicialmente, é tratada a questão teórica, enfocando os problemas de como pesquisar e analisar os impactos ambientais na cidade por abordagens teórico-metodológicas e práticas de pesquisa. Da mesma forma são listadas algumas soluções dos problemas ambientais apresentados.

Desta referência citada, destacam-se os artigos de Coelho (Impactos ambientais em áreas urbanas); Marçal e Guerra (Processo de urbanização e mudanças na paisagem da cidade de Açailândia-MA); Araújo (Danos ambientais na cidade do Rio de Janeiro); Almeida e Guerra (Erosão dos solos e impactos ambientais na cidade de Sorriso/MT) e Oliveira e Herrmann (Ocupação do solo e riscos ambientais na área conurbada de Florianópolis).

Smolka (1996) enfoca os aspectos ambientais em áreas intra-urbanas, assinalando-os do contexto mais amplo da urbanização brasileira. Seu roteiro segue uma lógica que privilegia a abordagem da metrópole e suas questões ambientais, contextualizando-os às cidades do terceiro mundo, propondo políticas de enfrentamento dos problemas urbanos e seus limites intervencionistas.

Philippi Júnior *et al.* (1999) apresentam um trabalho, fruto de dois eventos realizados em 1998 pela Associação Nacional de Municípios e Meio Ambiente – ANAMMA, onde sistematiza artigos relacionados a perspectivas para a municipalização da gestão ambiental no Brasil. Destacam-se os artigos de Franco; Maglio; Coimbra e Müller.

Menezes (1996) apresenta um estudo em que tem como objeto a cidade de Curitiba/PR, mostrando que o equacionamento do binômio desenvolvimento urbano/meio ambiente resulta no estabelecimento de uma estrutura jurídico-institucional, capaz de compatibilizar os interesses conflitantes entre os agentes econômicos, sociais, culturais e políticos que atuam na cidade.

Costa (2000b) analisa alguns impactos sobre o processo de urbanização recente, de transformações importantes nas relações entre indústria e produção do espaço urbano, tomando como área de estudo o Vale do Aço, em Minas Gerais. Tais modificações vêm imprimindo novas características às áreas urbanas, resultando em uma maior exclusão da população, infligindo à mesma, condições mais precárias de qualidade de vida e trabalho.

Taschner (2000) aborda as características da distribuição espacial da população no território brasileiro, associadas a desigualdades das formas de acesso à cidade, retratando as favelas paulistanas e seu aumento na ocupação do espaço urbano na última década, baseado em um conceito de risco pelas condições sanitárias e pela degradação ambiental, associado à ocupação de áreas inadequadas.

Jacobi (1999) apresenta os resultados de pesquisa sobre problemas ambientais e qualidade de vida na cidade de São Paulo/SP, visando compreender os problemas ambientais vivenciados pela população da cidade no nível domiciliar e prover suporte analítico para a formulação das estratégias necessárias para a melhoria do meio ambiente urbano. Cunha; Guerra (1996) discutem as causas e conseqüências da degradação ambiental, integrando o papel da geomorfologia nos estudos relacionados a esse tema e os desequilíbrios causados na paisagem pela degradação numa bacia hidrográfica. Casseti (1995) apresenta uma discussão acerca das alterações hidrodinâmicas das vertentes em áreas urbanizadas e suas implicações ambientais, tomando como estudo de caso a área urbana de Goiânia/GO.

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Pode-se definir o uso e ocupação do solo como sendo um sistema de classificação regido por uma percepção manual ou automatizada do território, que está sob influências culturais (política, econômica, financeira, social e ambiental) de diferentes usos da terra, determinando assim, diferentes formas de ocupações do espaço geográfico. Esta classificação consiste em:

- Entender o processo de ocupação do espaço geográfico e como este é influenciado pela dinâmica populacional;
- Distribuir por classes as diferenciadas formas de usos do solo com base nas relações sociedade-natureza;
- Construir um zoneamento das fragmentações do solo urbano e rural a partir de levantamentos cartográficos (sensoriamento remoto) ou de campo (reambulação e restituição);
- Adotar uma linguagem semiológica da paisagem e;
- Otimizar o planejamento e administração da ocupação ordenada e racional do meio físico.

As análises espaciais relacionadas ao uso e ocupação do solo visam à "compreensão e visualização dos processos de alterações espaciais, seu principal objetivo de estudo, utilizando técnicas quantitativas baseadas em modelos. Sendo o modelamento cartográfico uma das melhores formas de analisar as informações relacionadas ao espaço". (TOMLIN; FOTHERINGHAM, *apud* MARQUES; FORESTI, 2001).

Segundo a Secretaria de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (1978), a ocupação do solo é a "ação ou efeito de ocupar o solo, tomando posse física do mesmo, para desenvolver uma determinada atividade produtiva ou de qualquer índole, relacionada com a existência concreta de um grupo social, no tempo e no espaço geográfico". Já o estudo do uso do solo, "permite por sua vez, analisar a estrutura urbana pela relação entre a ocupação espacial e as atividades sócio-econômicas desenvolvidas nas áreas urbanas". (MARQUES; FORESTI, *op cit.*).

A análise espacial de um território urbano pode trazer grandes benefícios para diversos setores da sociedade, como gestores públicos municipais, estaduais e federais, pesquisadores/academia, para o setor empresarial e seus negócios, militares, assim como para a defesa civil, por exemplo. Estas análises podem ser realizadas através de técnicas de sensoriamento remoto orbital ou aéreo. Contudo, nas "análises do uso do solo urbano através de dados orbitais por sensores orbitais são limitadas, devido à complexidade da superfície urbana". (MARQUES; FORESTI, 2001). Outros problemas podem ser geralmente encontrados nesse tipo de análise espacial do território urbano como: problemas na aquisição das bases cartográficas; má qualidade das bases; falta de conhecimento prévio da área; grande heterogeneidade de classes e; ausência de uma metodologia clara para a sua análise.

RESULTADOS

- **Uso e Ocupação do Solo**

a) Classe águas costeiras: classe bastante representativa na cena. São aquelas presentes no setor leste da cidade, no Oceano Atlântico. Optou-se por homogeneizar as diferenças espectrais existentes nessa classe, visto que, sua diferenciação não é importante para o objetivo do trabalho. Ocupa uma superfície de 136,01km², o que equivale a 30,15% da área total;

b) Classe águas interiores: são as áreas ocupadas pelas drenagens e massas de água continentais como os rios, estuários e lagoas da cidade. Ocupa uma superfície de 11,41km², ou 2,53% da área total da cena;

c) Classe mangue alagado: são formadas pela dinâmica da maré entre o rio Potengi e a vegetação de mangue, com alto aporte de sedimentação. Considera-se uma área de transição entre essas duas classes. Ocupa um superfície de 6,50km², ou 1,44% da área total;

d) Classe vegetação de mangue: fica compreendida na planície flúvio-marinha do Potengi-Jundiaí, abrangendo a fisionomia de densas florestas de mangue e que possuem boa resposta espectral, podendo-as distinguí-las facilmente. Ocupa uma área de 16,69km², ou 3,70 da área trabalhada;

e) Classe vegetação de dunas: classe representativa, ocupando extensas porções de terra sobrepostas às dunas e paleodunas da cidade. Apresentam uma vegetação característica de porte arbóreo-arbustivo, ocupando um área de 127,93km², ou 28,36% da área total;

f) Classe dunas: caracterizam-se por estarem desprovidas de vegetação dando um aspecto de máxima reflexão espectral. São representativas na faixa costeira, com a presença de influências eólicas modeladoras. Ocupam uma área de 12,27km², ou 2,72% da extensão classificada;

g) Classe malha viária: ocupam as áreas de estradas de diversos portes como rodovias, avenidas e ruas. Ocupa um área de 9,38km² ou 2,08% da área total;

h) Classe urbano: em área continental é a classe que ocupa a maior extensão com 130,91km², ou 29,02% da área total. São as áreas que foram observadas influencias antrópicas de cunho urbano, com empreendimentos de alvenaria e de fragmentação do território.

Portanto, no mapa gerado (figura 5), englobando o município de Natal, existe uma predominância de áreas urbanizadas com manchas bastante desenvolvidas de ocupação antrópica, conflitando com as vegetações de dunas que ficam “ilhadas” no meio destas. Esta ocupação urbana indica os setores da cidade onde os impactos ambientais estão mais presentes, certamente pela relação intríseca entre uso inadequado do solo e capacidade de absorção dos impactos aos quais o município está submetido.

Tabela 1 – Superfície ocupada pelas classes do mapa de uso e ocupação do solo de Natal.

Classes	Área (km²)	Área (%)
Águas Costeiras	136,01	30,15
Águas Interiores	2,53	11,41
Mangue Alagado	6,5	1,44
Vegetação de Mangue	16,69	3,7
Vegetação de Dunas	127,93	28,36
Dunas	12,27	2,72
Malha Viária	9,38	2,08
Urbano	130,91	29,02
Total	451,1	100

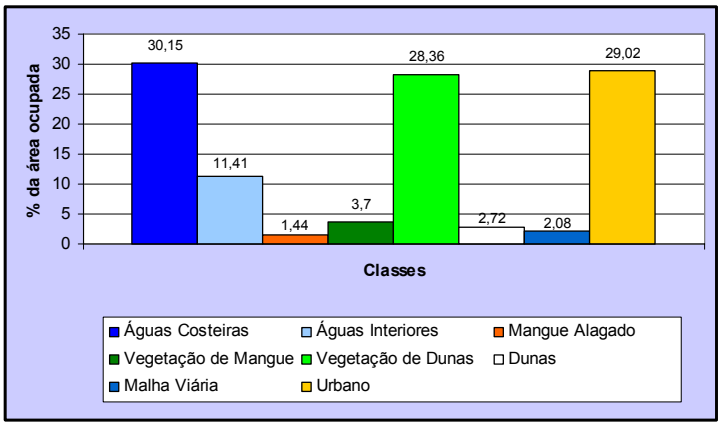


Figura 4 – Proporção das classes de uso e ocupação do solo em Natal - 2001.

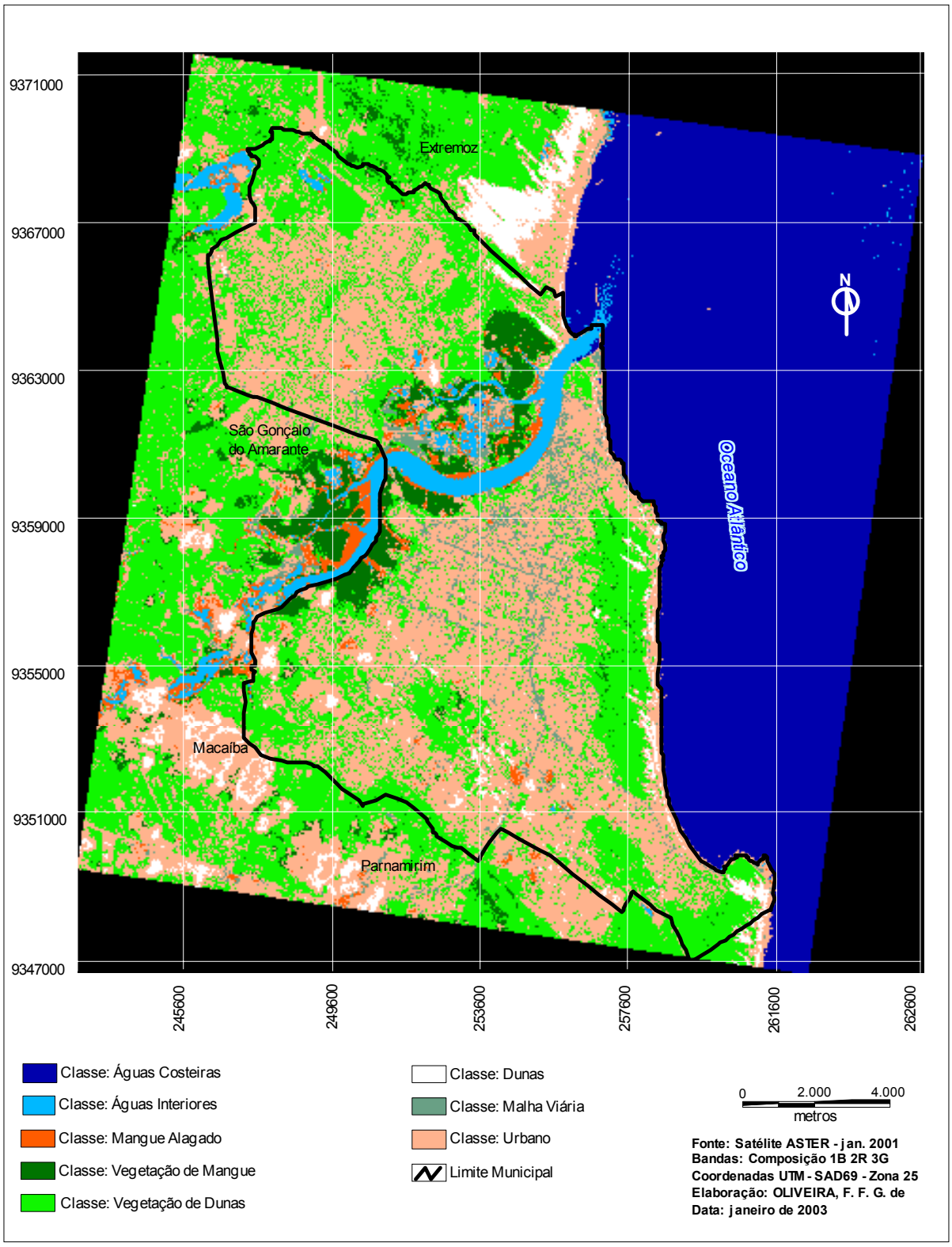


Figura 5 – Carta de Uso e Ocupação do Solo de Natal – Ano 2001.

- **Percepção dos Impactos Ambientais**

Este item pretende levantar por meio de técnicas de geoprocessamento através da geração de um Mapa de Uso e Ocupação do Solo de Natal, aliado à percepção "*in loco*" as dez maiores ocorrências de impactos ambientais verificados no município de Natal. A detecção destes impactos levou em consideração a repetição histórica e a intensidade das agressões

que a cidade passa de modo que se possa diagnosticar de forma quantitativa e qualitativa todas as agressões ocorridas.

A cidade, por ser um espaço onde as relações sociais e econômicas se centralizam, carrega consigo todas as alterações e influências oriundas de um processo bastante dinâmico e muitas vezes excludente. É na cidade que as contradições sociais estão mais presentes, refletindo-se em impactos e alterações bastante significativos na paisagem.

Santos (1994) refere-se à cidade como "um meio ambiente construído, que é o retrato da diversidade das classes, das diferenças de renda e dos modelos culturais".

A cidade se insere numa visão de ecossistema, uma vez que ela é o fruto de relações de trocas e efeitos entre diversas matérias. A cidade também resgata um conceito sistêmico de caráter aberto e não isolado onde existe uma profunda troca de matéria e energia em seu espaço construído e em seu espaço natural. Segundo Mota (1981), "este ecossistema é formado de dois sistemas intimamente inter-relacionados: o 'sistema natural', composto do meio físico e biológico (solo, vegetação, animais, habitações, água etc) e o 'sistema cultural', consistindo do homem e suas atividades". Também "a implantação de redes de infra-estrutura urbana e o adensamento populacional representam a substituição de uma prévia dinâmica do ambiente físico pela dinâmica do ecossistema urbano caracterizado por um elevado consumo de matéria e de energia" (CRUZ; ANJOS, 2001).

O urbano se insere no conceito de espaço como "um conjunto de realizações através de funções e de formas que se apresentam como testemunho de uma história escrita por processos do passado e do presente" (SANTOS, 1997). É produto das realizações sociais, econômicas, culturais e políticas, que interferem de forma direta na dinâmica ecossistêmica da cidade. Os impactos ambientais gerados por essas relações espaciais mostram claramente todo o processo contraditório que o espaço construído e o espaço natural passam. Este fato altera o controle ecológico deste ecossistema de modo que qualquer rompimento em sua cadeia ecológica interfere no ambiente urbano. Este sofre ainda, por fatores antropogênicos rápidos e variadas influências não permitindo muitas vezes uma correta mitigação do impacto gerado. Os impactos ambientais urbanos

> ...são mais percebidos pelos setores menos favorecidos da população, que, confinados as áreas mais susceptíveis às transformações próprias dos processos ecológicos, porém aceleradas pelas ações humanas, não podem enfrentar os custos da moradia em áreas ambientalmente mais seguras ou beneficiadas por obras mitigadoras de impactos ambientais de sorte que, são ao mesmo tempo, produto e processo de transformações dinâmicas e recíprocas da natureza e da sociedade estruturada em classes sociais. (COELHO, 2001).

Tenta-se aqui abordar e detectar os impactos ambientais de uma forma holística, que possibilite de forma clara e sistemática, diagnosticar a real situação em que o ambiente natalense se encontra.

> Coerentemente com tal visão teórica, o caráter ambiental deve ser compreendido no seu sentido mais amplo, que reúne ao mesmo tempo e de forma inseparável o físico, biológico, químico, social, político e cultural, portanto a explicação de impactos ambientais, não se limita a um número reduzido de variáveis, de idéias, informações ou teorias. Devem ser concebidos no impacto ambiental vários modos ou níveis, aos quais corresponde cada um dos ângulos da análise efetuada. (COELHO, *op cit.*).

Toda a análise feita para detecção dos impactos ambientais em Natal passou por diversas etapas: inicialmente com ida a campo para fazer um reconhecimento e uma verificação dos ambientes degradados. Esta etapa serviu também para verificar a procedência das informações compiladas de bibliografias como jornais, livros, artigos e trabalhos acadêmicos (monografias, dissertações e teses) acerca da temática ambiental em Natal. Outra etapa consistiu na fusão das informações coletadas anteriormente utilizando associadamente uma

análise cartográfica a partir de produtos de sensoriamento remoto para detecção de impactos de alta intensidade e de grande escala, processo este ligado ao manuseio do mapa de uso e ocupação do solo.

Toda a problemática ambiental nas cidades brasileiras é fruto, dentre outras mais, de uma distorcida distribuição de renda associada às desigualdades sociais e a um crescimento urbano desordenado e sem qualquer tipo de planejamento implementado por políticas públicas. Esses fatores desencadeiam na sociedade e na natureza relações paradoxais que alteram substancialmente os recursos naturais da cidade. Segundo Jacobi (1999), "a dinâmica urbana excludente e segregadora determina uma paisagem cada vez mais marcada pela prevalência de estratégias de sobrevivência que destroem a cobertura vegetal e privilegiam práticas de deterioração do meio ambiente urbano".

As alterações sócio-espaciais que a cidade passa por meio da substituição do espaço natural pelo espaço construído, justificado pela implantação de grandes empreendimentos imobiliários, reproduzem na cidade a presença do capital e sua identidade contraditória e excludente. A forte pressão do capital imobiliário na cidade, com discursos de geração de emprego e renda mostra que as elites econômicas da cidade ainda pregam o desenvolvimento a qualquer custo. A política desenvolvimentista das décadas de 60 e de 70 no país chega à cidade e ainda faz parte de seu cotidiano político e empresarial.

> Neste sentido, não são realizadas as etapas padronizadas de urbanização (avaliação de impactos ambientais, demarcação de terrenos, implantação de sistemas de infra-estrutura urbana, ocupação, etc). A ocupação acelerada acaba por desencadear um conjunto de impactos de natureza física, social e cultural. (CRUZ; ANJOS, 2001).

Neste cenário, a percepção dos impactos vem para verificar como estão as condições ambientais da cidade possibilitando um melhor entendimento de todas as causas e efeitos dos impactos, haja vista que as rápidas transformações sócio-espaciais a que a cidade passa acaba necessitando da obtenção de uma análise ambiental da saúde dos recursos naturais do município possibilitando que os gestores públicos direcionem mais precisamente recursos para recuperação e manejo de ambientes com alto índice de degradações ambientais.

A verificação dos impactos ambientais na cidade suscita a elaboração diagnosticada dos diversos ambientes naturais ou construídos, justamente baseado numa visão holística da realidade. Esta visão permite ao pesquisador o levantamento integrado de várias informações ambientais a fim de interpretá-las de uma forma mais relacionada às diversas interações sócio-espaciais existentes na cidade. Com isso, a análise qualitativa dos impactos ambientais na cidade permite pontuar cada situação degradante com vistas a uma análise integrada da situação ambiental em Natal com o objetivo de formular um diagnóstico ambiental do município.

Esta percepção segue uma metodologia relacionada ao uso de técnicas de geoprocessamento com produção de material cartográfico (geração do Mapa de Uso e Ocupação do Solo) e repetidas idas a campo para levantamentos, restituição e reambulação de informações relacionadas à verificação dos impactos ambientais em Natal.

Para um melhor ordenamento das idéias e para facilitar o entendimento acerca da verificação dos impactos ambientais em Natal, optou-se por levantar os 10 maiores impactos ambientais no município. Isto possibilita que não se abra demais a discussão acerca dos impactos e que se ordene de forma hierarquizada e qualitativa, baseados principalmente na análise da relação causa-efeito.

Isto posto, através de diversas análises de campo, compilação bibliográfica, e análise por geoprocessamento (geração do mapa de uso e ocupação do solo), levantou-se os 10 maiores impactos ambientais no município de Natal que são:

1) Devastação de Dunas;
2) Processos Erosivos;
3) Assoreamento dos Rios e Lagoas Naturais;
4) Contaminação das Águas Subterrâneas;
5) Poluição e Contaminação das Águas e Sedimentos das Águas Superficiais;
6) Enchentes e Alagamentos Urbanos;
7) Contaminação e Devastação de Manguezais;
8) Produção e Destino Final do Lixo Urbano;
9) Ocupação e Operação Irregular de Cemitérios e;
10) Poluição Visual, Sonora e Atmosférica.

1) Devastação de Dunas.

Este é bastante caracterizado como fator histórico no desenvolvimento urbano de Natal que se desenvolveu e se desenvolve sobre estas unidades ambientais. A degradação ou devastação das dunas de Natal são representadas por uma série de atividades sobre elas, como queimadas, desmatamentos, retiradas de sedimentos para a construção civil, depósito de lixo e aterramento e terraplanagem de vales e lagoas interdunares, planificando em demasiado a topografia da cidade.

Sobre este fato analisa-se que Natal passa por um acentuado processo de descaracterização geomorfológica das dunas, uma vez que, as áreas de maior cota topográfica passam por um processo de planificação com fins de construção para empreendimentos imobiliários. Somando-se a este fato, pode-se verificar também processos de aterramento de vales interdunares com deposição de material de rejeitos de construção civil (metralhas) em várias áreas da cidade, assim como em lagoas.

A terraplanagem acentuada na cidade traz a reboque uma alteração substancial em sua paisagem. Paisagem esta que se caracteriza por possuir feições dunares de formatos convexos de extrema beleza cênica. Todo esse processo é fruto da expansão de empreendimentos imobiliários em áreas dunares. A implantação desses grandes empreendimentos desde a década de 70 acelerou em demasiado a devastação das dunas, inicialmente nos bairros de Candelária e Lagoa Nova e, posteriormente, nos bairros de Pirangi, Capim Macio, Ponta Negra, Pitimbu, Felipe Camarão e Pajuçara. Atualmente as maiores áreas com presença de degradação em dunas são os bairros de Candelária (San-Vale), Ponta Negra (extremidade sudeste), Lagoa Azul e Pajuçara.

Na verdade, numa cidade assentada sobre dunas e com um alto índice de expansão urbana, é inevitável que se verifiquem sérios danos às mesmas. Contudo, deve-se levar em consideração a grande importância deste sistema ambiental dunar para a cidade.

Figuras 6 e 7 – Aspectos dos processos de devastação de dunas em Natal. Os processos verificados nas duas figuras têm relação com a terraplanagem de dunas com o objetivo de loteamento para construção civil na zona sul da cidade (bairro de Ponta Negra).

2) Processos Erosivos.

A cidade se caracteriza pela não ocorrência de grandes processos erosivos, justamente por possuir quase que predominantemente um embasamento sedimentar composto por grãos de areia formando as dunas da cidade, facilitando a percolação das águas precipitadas para o lençol freático gerando, portanto, uma baixa saturação de base pela alta drenabilidade, provocando assim um limitado movimento de massa.

A ocorrência destes processos na cidade está relacionada a movimentos eólicos e a áreas de afloramento do Barreiras, agravada pelos desmatamentos da vegetação dunar, da vegetação de galeria e por ocupações urbanas irregulares. Outra forma de processo erosivo na cidade são as erosões costeiras, relacionadas ao avanço do mar, principalmente na praia de Areia Preta, que pelas forças da maré, pressionam as áreas urbanas próximas à costa. É comum se verificar em momentos de preamar o fenômeno de solapamento de base nas barreiras que estão sob estabelecimentos comerciais e residenciais, provocando com isso quedas de sedimentos pela forte pressão exercida exatamente na região de “offshore”.

Em Natal as áreas com presença de relevo ondulado são as que apresentam os maiores índices de danos ambientais relacionados aos processos erosivos, uma vez que os movimentos gravitacionais de areia e com ausência de vegetação fixadora, acabam soterrando algumas áreas urbanas. Muitos dos processos erosivos são acelerados por outras intensas degradações e por uma associação entre elas. Podem-se citar aqui as queimadas e as retiradas de sedimentos. Contudo, o maior fator desencadeador de processos erosivos na cidade é o crescimento urbano desordenado que pressiona áreas que possuem altas taxas de declividade como as dunas. As áreas da cidade que apresentam as maiores ocorrências de processos erosivos ficam nas zonas de conflito ambiental relacionadas à expansão urbana em áreas de dunas.

Figuras 8 e 9 – Muitos dos processos erosivos na cidade são gerados pela forte pressão antropogênica sobre as dunas. Na figura 8 observam-se cordões dunares da cidade (zona oeste) com sua vegetação suprimida, aliado a uma forte pressão do espaço construído em suas encostas, possibilitando a carreada de sedimentos (basicamente areia) às residências. A figura 9 expõe a implantação dos espigões de contenção erosiva na praia de Areia Preta (zona leste).

3) Assoreamentos dos Rios e Lagoas Naturais.

O processo de assoreamento é oriundo da supressão da vegetação responsável pela fixação de sedimentos nas vertentes, que sem o seu suporte, acabam sendo carreados para as margens dos mananciais superficiais. No caso das lagoas da cidade, esse processo é representado pela diminuição de suas profundidades ocasionando alagamentos em momentos de alta precipitação.

Figuras 10 e 11 – Sentidos montante–jusante (figuras 10 – 11, respectivamente) do assoreamento no rio Doce (zona norte) oriundo da ocupação irregular em suas margens. Essas áreas sofrem uma profunda pressão antropogênica para usos de recreação e agricultura (principalmente hortaliças).

4) Contaminação das Águas Subterrâneas.

A contaminação das águas subterrâneas pela ausência de esgotamento sanitário na cidade é um dos principais problemas ambientais verificados. Este impacto ultrapassa a vertente ambiental chegando a atingir as questões relacionadas à saúde pública.

Natal passou de uma densidade demográfica de 94,93hab/km² em 1900 para significativos 4.195,41hab/km² em 2000, segundo dados do IBGE. Esse contínuo crescimento populacional da cidade, aliado à expansão da área urbana em locais anteriormente protegidos, traz consigo uma série de problemas ambientais, principalmente nos seus aspectos hídricos subterrâneos. Um crescimento desenfreado da população em uma área possuidora de alta capacidade de infiltração de água, devido às condições geomorfológicas e estrutura hidrogeológica, traz profundos prejuízos à qualidade hídrica.

Segundo informações liberadas informalmente pela CAERN em outubro de 2002, somente 33,11% da população natalense – equivalente a 245.780 habitantes – é assistida com saneamento básico, muitas vezes precários e subdimensionados e ainda, destes, apenas cerca de 44% do esgoto coletado recebem precários tratamentos, onde os 56% restantes são despejados “in natura” no rio Potengi. Os restantes 66,89% do esgotamento sanitário doméstico da população de Natal, são lançados diretamente em sistemas fossa/sumidouro, trazendo profundos riscos de contaminação das águas subterrâneas. É verificada uma grande defasagem em relação ao percentual de esgotamento sanitário na cidade, em relação a diferenças do setor norte da cidade ao setor sul. De acordo com dados cedidos pela CAERN, em agosto de 2002, na zona norte da cidade apenas 5,91% da população (14.464 habitantes) é suprida por saneamento básico, enquanto que no setor sul que abrange as regiões leste, oeste e sul, 45,26% da população (211.623 habitantes) são supridos pelo esgotamento.

Ainda segundo as informações informais cedidas pela CAERN, em 2000, haviam 262 poços particulares em operação em Natal, sendo que desse total, 163 poços estavam com níveis de nitrato acima do permitido para o consumo humano. Portanto, apenas 99 poços tinham condições da água ser consumida e utilizada para diversos fins como na indústria alimentícia e como consumo de água potável.

Outro sério agravante em relação à contaminação das águas subterrâneas é o recebimento de águas residuais e excrementos humanos nas lagoas de captação de águas pluviais que são de baixa topografia, com solo arenoso e com conseqüente contato com o lençol freático, gerando sua poluição por compostos orgânicos e químicos gerados pelos excrementos humanos.

5) Poluição e Contaminação de Águas e Sedimentos das Águas Superficiais.

Todos os impactos verificados nesses ambientes são fruto de atividades antrópicas com geração de efluentes domésticos industriais e agrícolas com descarga de matéria orgânica e de resíduos químicos e de metais pesados. Em relação à deposição de efluentes domésticos, já foram citados anteriormente os diversos motivos pelos quais estes são gerados, principalmente pela ausência de esgotamento sanitário adequado na cidade, pois grande parcela dos esgotos que são coletados, são jogados “in natura” diretamente nas águas do rio Potengi.

Ainda sobre os efluentes domésticos, verifica-se na cidade um processo totalmente equivocado de ligações clandestinas domésticas e comerciais nas galerias de águas pluviais com o objetivo de direcionar a descarga de efluentes geradas, para as lagoas de captação de águas pluviais construídas na cidade.

6) Enchentes e Alagamentos Urbanos.

As ocorrências de enchentes e alagamentos em Natal são frutos de processos metereológicos com relação a anormalidades de precipitação pluviométrica acentuada sendo muito fortemente agravadas pela interferência antrópica que ocupa com projetos urbanos áreas de vertente e de captação natural das águas precipitadas na cidade com cota altimétrica abaixo de 30 metros.

A expansão da malha urbana no solo da cidade, de forma desordenada, provoca profundas alterações em sua rede de drenagem natural. O aumento do índice de áreas impermeabilizadas, somando-se ao sub-dimensionamento e ausência de galerias de águas pluviais, ao entupimento por sedimentos e lixo e a concentração de fluxos hídricos superficiais, acabam saturando áreas de topografia inferior a 30 metros, provocando vários alagamentos nessas áreas que cada vez mais são ocupadas por empreendimentos imobiliários.

Vários estudos levantam a tese de que as áreas de risco de inundação da cidade estão comprometidas em cotas altimétricas inferiores a 30 metros, pois todas as lagoas naturais existentes na cidade estão inseridas nesta cota.

É muito comum na cidade a construção de empreendimentos imobiliários horizontais em áreas que naturalmente são alagadas em períodos de intensa precipitação, principalmente nos meses de junho e julho, períodos estes de maior ocorrência média de pluviosidade em Natal. Estas enchentes trazem muitos transtornos à população que ali está inserida, pois muitas vezes, desavisadas, acabam adquirindo terrenos e casas nessas áreas que se caracterizam por serem lagoas naturais com presença sazonal de afloramentos do lençol freático.

Outro agravante pode ser citado aqui: as ligações clandestinas de esgotamento sanitário doméstico nas galerias e lagoas de captação de águas pluviais. Essa prática provoca um forte acúmulo de matéria orgânica nas lagoas, acarretando um processo conhecido como colmatação do solo, impermeabilizando o mesmo, impedindo assim, a infiltração das águas e provocando o transbordamento das águas para a antiga planície de inundação das lagoas, que hoje em sua maioria estão urbanizadas com residências.

7) Contaminação e Devastação dos Manguezais.

Os problemas ambientais gerados pela contaminação e devastação dos manguezais do estuário do Potengi/Jundiaí são causados inicialmente por interferências antrópicas em seu sistema ecológico, desequilibrando-o e alterando sua dinâmica. Seu desmatamento para a construção de casas de baixa renda; limpeza (desmatamento) do terreno com objetivos de

construção de viveiros para carcinicultura marinha; depósito de lixo; aterramento por metralhas e sedimentos para expansão de áreas urbanizáveis; e poluição por substâncias orgânicas (esgotamento doméstico), químicas, metais pesados e óleos e graxas (industriais e de embarcações), são os principais impactos ambientais verificados nesse ecossistema.

A supressão deste ecossistema não se refere somente ao estrato florestal e sim, também, a sua importância como ambiente pedológico e de refúgio de uma fauna estuarina de grande importância econômica e social para milhares de pessoas que dali retiram seu sustento. Além de ter sua importância relacionada à contenção de processos erosivos costeiros, estabiliza e retêm correntes costeiras atuando também, como purificador das águas poluídas do rio Potengi, sendo um grande filtrador de substâncias maléficas a saúde dos homens e da fauna estuarina.

O "*boom*" da atividade de criação intensiva e semi-intensiva em cativeiro de camarão marinho, conhecida como carcinicultura marinha, agravou em demasiado a devastação dos manguezais no estuário do Potengi. Os produtores, sedentos pelo maior lucro, expandiram as áreas de viveiro atingindo e desmatando mangues ainda intactos e mangues em franco crescimento em áreas de antigos viveiros de piscicultura. Outro agravante apontado é o aterramento que este estuário vem sofrendo com o despejo de material de rejeito de construção civil conhecido por "metralha" com o objetivo de criar espaços livres para a construção de empreendimentos imobiliários e comerciais, principalmente na margem direita dos rios Potengi e Jundiaí, limitando-se com a BR-226, conhecida como estrada da mangabeira.

A contaminação das águas e sedimentos do estuário do Potengi vêm de históricos processos de degradação relacionados ao despejo direto e sem tratamento de efluentes domésticos e industriais da região metropolitana de Natal. Essa poluição química, orgânica e de metais pesados acaba atingindo a biota localizada no ecossistema manguezal, trazendo sérios danos, principalmente à fauna, atingindo espécies de caranguejos, ostras, camarões, peixes e aves que muitas vezes são consumidos pela população ribeirinha das proximidades, além do pescado comercializado e do camarão criado em cativeiro que se utilizam desta água contaminada.

Figuras 12 e 13 – Aspectos de devastação no manguezal do rio Potengi. Pode-se observar na figura 12 o entulho de metralha de construção civil no manguezal. Na figura 13 observa-se ao fundo a supressão da floresta de manguezal para implantação de viveiros de carcinicultura marinha.

8) Produção e Destino Final de Lixo Urbano.

Segundo levantamentos de Nunes (2000), Natal atualmente produz 1.200 toneladas/dia de lixo, abrangendo o domiciliar, industrial, de podas de árvores, alimentos deteriorados, animais mortos, hospitalar, objetos volumosos e entulho de construção civil. Todo o lixo

produzido em Natal era até pouco tempo colocado, desde 1978, numa área de 33 hectares de dunas e vales interdunares, que abrigava o grande lixão da cidade. Segundo levantamentos cartográficos realizados nesta pesquisa, o chamado "lixão" da cidade está inserido em três bairros: Felipe Camarão, Guarapes e Planalto.

A situação e o local em que se encontra o lixão da cidade provoca uma série de problemas ambientais que muitas vezes são de caráter irreversíveis. Esta situação resulta em problemas ambientais como: poluição das águas e mananciais superficiais e subterrâneos, dos poços e solo pelo chorume; poluição atmosférica, pois é comum a queima do lixo exalando gases nocivos à saúde humana; degradação da paisagem com supressão de vegetações e deterioração da beleza cênica dunar, principalmente porque o lixão localiza-se no alto de dunas; proliferação de doenças geradas por ratos, baratas e moscas, sem falar da questão social que gera uma atividade de profundo desespero social que é a de catadores de lixo (em lixões), com presença muitas vezes de crianças, fato este, gerador de uma indignação (silenciosa) da população natalense. Outro sério agravante relacionado à questão do lixão nesta área é a sua constante queimada, para diminuir seu volume, que gera uma fumaça altamente tóxica pela própria origem do material combustível, chegando, pelo direcionamento do vento, às áreas urbanizadas do bairro de Felipe Camarão, trazendo sérios, constantes e comprovados problemas respiratórios à população ali residente, principalmente em crianças e idosos.

Figuras 14 e 15 – Aspectos de deposição de lixo a céu aberto sobre formações dunares altamente permeáveis. Pode-se observar na figura 14 a deposição de lixo em terrenos baldios, como em áreas de influência de empreendimentos elétricos em terrenos da CHESF. Na figura 15 observa-se o antigo lixão da cidade de Natal.

9) Ocupação e Operação Irregular de Cemitérios.

A poluição gerada por cemitérios tem uma relação bastante intrínseca com a ação gravitacional das águas e com as propriedades físicas no solo a qual estão assentados os mesmos. Em solos mais permeáveis de fácil percolação e com partículas não agregadas, como as de quartzo das dunas de Natal, a poluição por decomposição humana infiltra mais facilmente para as águas subterrâneas chegando a poluí-las. Além de contaminar as águas subterrâneas, os cemitérios também são fontes de contaminação das águas superficiais e dos solos, uma vez que, com a infiltração das águas precipitadas na cidade, estas atuam como agente de transporte para estes ambientes, principalmente pelo escoamento subsuperficial lateral que acaba ressurgindo em lagoas e em rios da região. Com a decomposição dos cadáveres pela ação dos microorganismos patógenos, como bactérias e vírus que acabam concentrando-se no solo, o material decomposto é carreado para os mananciais citados chegando a provocar doenças como tétano, hepatite infecciosa, tuberculose, febre tifóide, febre paratifóide, cólera, disenteria bacilar, poliomielite, amebíase e esquistossomose.

A grande problemática relacionada à contaminação das águas e solos pelos cemitérios em Natal, obedece à mesma lógica relacionada à contaminação dos aqüíferos pelo esgotamento sanitário que é a ausência de políticas públicas que visem o disciplinamento e a ocupação por cemitérios no município natalense. Sabe-se que a cidade está assentada sobre um embasamento geológico sedimentar que possui características físicas bastante facilitadoras de processos gravitacionais poluidores para os aqüíferos, possibilitando facilmente a contaminação por agentes patógenos, provocando sérios danos à qualidade hídrica subterrânea e superficial, atingindo com isso, a população que destas águas se utiliza.

10) Poluição Visual, Sonora e Atmosférica.

Natal, cidade cujo discurso oficial a coloca como a de mais puro ar das américas e de excelente qualidade de vida, sofre com vários tipos de poluição ambiental, dos quais pode-se destacar aqui a poluição visual, poluição sonora, poluição atmosférica e poluição hídrica. Problemas estes frutos de uma expansão urbana desordenada que não disciplina, nem estabelece parâmetros norteadores com critérios técnicos de expansão e de desenvolvimento urbano.

Observa-se que a cidade vem passando, principalmente nos últimos anos, por um extenuante processo de expansão do setor de serviços, principalmente relacionado ao comércio que promove de forma totalmente desarranjada veículos de propaganda sem qualquer disciplinamento em seu uso. A instalação de placas, cartazes, "*outdoors*", e painéis eletrônicos de forma desordenada são os principais problemas relacionados aos impactos visuais em Natal. A poluição visual na cidade concentra-se principalmente nas maiores vias de circulação de veículos, direcionando-os para os centros de consumo da cidade principalmente os da zona sul nos bairros de Capim Macio e Ponta Negra, na avenida Engenheiro Roberto Freire e também no bairro do Alecrim.

Também a disposição de resíduos sólidos ou líquidos nas dunas da cidade é um dos fatores mais comuns relacionados à poluição visual. Além dos impactos negativos sob o ponto de vista natural, "este processo de ocupação desordenada é responsável pela carência de paisagens que proporcionam ao homem das cidades um bem-estar mental e social, próprios do lazer contemplativo". (MOTA, 1981). Esta forma de impacto aliada a outras mais acaba causando tensões e angústias sobre a população urbana, uma vez que descaracterizam ambientes antes contemplativos e hoje alterados por propagandas comerciais, diminuindo com isso, a qualidade de vida do homem urbano.

Segundo Mota (op. cit.), em um meio urbano, as principais fontes de poluição acústica são os meios de transporte terrestre; o tráfego aéreo; obras de construção civil; atividades industriais; os aparelhos eletrodomésticos e o próprio comportamento humano. Segundo Organização Mundial da Saúde *apud* Machado (2002), os efeitos do ruído gerado pela poluição sonora são a perda da audição; interferência com a comunicação; dor; interferência no sono; efeitos clínicos sobre a saúde[2]; efeitos sobre a execução de tarefas; incômodo e efeitos não específicos.

Em Natal a ocorrência de poluição sonora está ligada à própria dinâmica da cidade que é centralizadora de atividades econômicas, sociais e de tráfego, que acabam gerando ruídos que comprometem a qualidade de vida da população residente.

Natal, apesar de estar inserida numa região litorânea, onde as constantes massas de ar e as correntes de ventos submetem esta região a uma melhor qualidade atmosférica, começa

[2] Como efeitos do ruído sobre a saúde em geral registram-se sintomas de grande fadiga, lassidão, fraqueza. O ritmo cardíaco acelera-se e a pressão arterial aumenta. Quanto ao sistema respiratório, pode-se registrar dispnéia e impressão de asfixia. No concernente ao aparelho digestivo, as glândulas encarregadas de fabricar ou e regular os elementos químicos fundamentais para o equilíbrio humano são atingidas (como supra-renais, hipófise etc.). Machado (2002).

a sofrer com problemas relacionados às grandes metrópoles. O grande número de veículos automobilísticos na cidade é o principal causador de poluições do ar, com a descarga de dióxido de carbono na atmosfera, principalmente em áreas com presença de verticalização como o centro da cidade e a parte comercial do bairro do Alecrim. Veículos mais antigos e os transportes coletivos, como os ônibus e os alternativos, são os principais responsáveis por essa poluição por combustão de combustíveis fósseis.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Poder Público, principalmente os municipais, necessitam dispor de ferramentas adequadas que permitam ao administrador urbano elaborar propostas de desenvolvimento territorial e econômico das cidades e auxiliá-los no processo de tomada de decisões. Por isso, a utilização das ferramentas de geoprocessamento, com a aplicação de mapas de uso e ocupação do solo, podem levar os profissionais que trabalham com o espaço urbano, a uma leitura mais próxima da realidade, visualizando o dinamismo da realidade urbana, que é muitas vezes estudado de forma estática, sem levar em consideração um ordenamento sistêmico e bastante inter-relacionado às diversas dinâmicas intra-urbanas e sócio-espaciais. Assim, cada espaço, cada território, cada lugar, cada paisagem pode ser distinguido por suas características demográficas, habitacionais, populacionais, econômicas e naturais.

A expansão das áreas periféricas, o surgimento de áreas metropolitanas e o desencadeamento de conurbações na região de Natal, traz consigo relações não sadias entre a população e os recursos naturais da cidade. Estas relações e a geração dos seus impactos ambientais são frutos da expansão da mancha urbanizada da cidade que em 40 anos passa de 22,06 para 98,81km² de um total de 171km². É inevitável que, com esse indicativo, a cidade não sofra profundos reordenamentos em sua estrutura urbana. Nesta metodologia de análise permitiu-se ter uma visão multitemporal da evolução urbana da cidade, que ainda passa por transformações territoriais sempre influenciando suas paisagens naturais. Esse contexto de desqualificação ambiental que agora a cidade passa, traz uma indagação: existe uma sustentabilidade ambiental em Natal? Acredita-se que não, pois não se verificam, no contexto municipal, um efetivo e inter-relacionado sistema de gestão ambiental municipal.

REFERÊNCIAS

AGRA FILHO, Severino Soares. **Os estudos de impactos ambientais no Brasil**: uma análise de sua efetividade. Brasília: IPEA, 1993. 73p. (Documento de Política nº 18).

BARBOSA. Max Prestes. **Tratamento automático de imagens**. São José dos Campos: INPE, 1984. 56p.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências**. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, 2.set. 1981.

CASSETI, Valter. **Ambiente e apropriação do relevo**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 1995.

COELHO, Maria Célia Nunes. **Impactos ambientais em áreas urbanas**: teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. Impactos Ambientais Urbanos no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 19-45.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da avaliação de impacto ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente**. Resolução n. 1 de janeiro de 1986. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, 12 fev. 1986.

COSTA, Heloisa Soares de Moura. **Indústria, produção do espaço e custos socioambientais**: reflexões a partir do exemplo do Vale do Aço, Minas Gerais. IN: TORRES, Haroldo; COSTA, Heloisa (org.). População e meio ambiente: debates e desafios. São Paulo: SENAC, 2000b. p. 191-212.

CRUZ, Maria Clara da; ANJOS, Rafael Sanzio Araújo dos. **Critérios de avaliação de impactos ambientais da urbanização**. Espaço e Geografia. Brasília, v.4, n.1, p.107-118, jan.-jun. 2001.

CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antônio José Teixeira. Degradação ambiental. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p. 337-379.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE - FEEMA. **Vocabulário básico de meio ambiente**. 4 ed. Rio de Janeiro: Maio Gráfica, 1992. 246 p.

GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

JACOBI, Pedro. **Cidade e meio ambiente**: percepções e práticas em São Paulo. São Paulo: AnnaBlume, 1999. 191 p.

MACEDO, Ricardo Kohn de. **Conhecendo os estudos ambientais**. Rio de Janeiro: Kohän-Saagoyen. C2002. 68p.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito ambiental brasileiro**. 10 ed. São Paulo: Malheiros, 2002. 1038p.

MARQUES, Mara Lúcia; FORESTI, Celina. Análise espacial da estrutura urbana da cidade litorânea de Intanhaém (SP). **Geografia**, v.26, n.1, p.7-35, abr. 2001.

MENEZES, Luiz Claudino. **Desenvolvimento urbano e meio ambiente**: a experiência de Curitiba. Campinas: Papirus, 1996.

MENIN, Delza Rocha de Freitas. **Ecologia de A a Z**: pequeno dicionário de ecologia. Porto Alegre: L&PM, 2000. 212p.

MIRRA, Álvaro Luiz Valery**. Impacto ambiental**: aspectos da Legislação Brasileira. São Paulo: Oliveira Mendes, 1998.

MOTA, Suetônio. **Planejamento urbano e preservação ambiental**. Fortaleza: Edições UFC, 1981. 242p.

NUNES, Elias. **O Meio Ambiente da Grande Natal**. Natal: Imagem Gráfica, 2000.

PHILIPPI JÚNIOR, Arlindo; et al. (ed). **Municípios e meio ambiente**: perspectivas para a municipalização da gestão ambiental no Brasil. São Paulo: ANAMMA/Marcomp, 1999. 203p.

RICHARDS, J.A. **Remote sensing digital image analysis - an introduction**. 2nd ed. Berlin: Springer-Verlag, 1993.

SANTOS, Milton. **Espaço e método**. São Paulo: Nobel, 1997, 88p.

_____. **Técnica, Espaço e Tempo**: globalização e meio técnico-científico informacional. São Paulo: Hucitec, 1994.

SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PÚBLICAS. **Glosário de términos sobre asentamientos**. México. D.O., SAHOP, 1978. 175p.

SMOLKA, Martim O. **Meio ambiente e estrutura intra-urbana**. In: MARTINE, George. (org.). População, meio ambiente e desenvolvimento. Campinas: UNICAMP, 1996. p.133-143.

TASCHNER. Suzana Pasternak. **Degradação ambiental em favelas de São Paulo**. IN: TORRES, Haroldo; COSTA, Heloisa (org.). População e meio ambiente: debates e desafios. São Paulo: SENAC, 2000. p. 271-297.

TOMMASI, Luiz Roberto. **Estudo de impacto ambiental**. São Paulo: Terragraph/Cetesb, 1994.